

Ⅲ-B212 強度変化速度による注入固結砂の長期強度の予測

東洋大学 正会員 加賀 宗彦、大坪 絃一
 埼玉県庁 高橋 敏
 旭電化工業 高橋 亮
 東洋大学 久保田由利子、安田 章子
 長谷川 英彦

1. はじめに

最近重要視されている薬液注入によって改良された地盤の耐久性について検討を行っている。強度の耐久性に関しては、これまで注入材の種類によって経時的に強度減少するもの、ピークをもつもの、強度増加をするもの3つのタイプがあることを明らかにした^{1~2)}。しかし、強度の経時変化を知るためには長期間の日数を必要とする。もし、短期間で強度変化を知ることができれば耐久性などの判定に利用できる。そこで、注入材がゲル化後もゆっくりとした化学反応による硬化が進行していることに着目して、養生温度を上げることで、強度の経時変化を促進できると考えた。この考えにしたがって温度を上げて養生した結果、強度の経時変化を促進できることがわかった。これより長期強度を予測する2つの方法を得た。その一つは外挿法によるもので、この方法は、文献3~4)でも報告されている。もう一つは強度変化速度を利用した新しい方法で、この方法はアレニウスプロットと同形であった。

2. 使用材料および実験方法

注入材はアルカリ領域で固結するもの、酸性領域で固結するものおよびシリカ粒子を大きくしたコロイダルシリカ注入材の3種類である。本報告では整理のついたコロイダルシリカ注入材のみについて報告する。注入材の物性は表-1に示す通りである。試験に用いた供試体は注入法によって作成した。高さ10cm、直径5cmのモールドに豊浦標準砂を密度が 1.5g/cm^3 になるように詰めその後水で飽和し、注入材を圧力浸透した。注入材の飽和度はほぼ100%である。ゲル化後脱型した供試体を 20°C 室温養生および $40, 55, 70^\circ\text{C}$ 温水養生による4通りで行った。養生状態は直接水中に入れたものと、塩化ビニールフィルムで包み乾湿がないようにした2通りの方法で行った。なお 20°C で養生したものを便宜上、標準養生と呼ぶ。

これに対して 20°C より高温で養生したものを促進養生と言う。

Table 1

Specific Gravity (g/cm^3)	SiO ₂ /Volume of Grout (g/cm^3)	Gel Time (min)
1.200	0.323	30

3. 養生温度と強度の経時変化

水ガラス系注入材のの特許件数は300種類以上登録されている。そのほとんどの注入材の硬化過程は次の2段階に分けられる。第1段階は流動性を失ってゲル化する過程で、注入工法によって改良された地盤の初期強度は、この第1段階に支配される。第2段階は、ゲル化後離しょう(syneresis)や硬化が続く過程で、シラノール結合が継続して進行している過程である。この過程も化学反応にしたがっているものと考えれば、反応速度は、温度、表面積、濃度、触媒に影響される。したがって最も簡便な方法として温度を上げて化学反応を促進できることに着目すれば、長期強度の変化速度を促進できると考えた。この考えにしたがって実施した結果を図-1に示す。本報告ではまだ発表されてい $40, 70^\circ\text{C}$ の促進養生データ、また 55°C 養生では確認のための追加試験データ(★印)も示してある。

注入、土質安定処理、一軸圧縮強度

埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学工学部 環境建設学科 Tel. 0492-84-0304 FAX 0492-31-4482

図に示されるように養生温度に比例して強度増加率は大きくなっている。なお、挿入法によれば、コロイダルシリカ注入材はおおよそ50年間強度増加を続け、最終強度は約2000 Kpaと予測されている⁵⁾。

4. 同形アレニウスによる強度の予測

経時的な強度の変化速度を考慮したもう一つの予測法を検討してみた。この方法は強度変化速度と養生温度の関係を求めたものである。強度変化速度は、初期強度から一定の割合で変化した強度をその時間で割った値である。この強度変化速度を対数目盛の縦軸に取り、横軸には絶対温度の逆数を取ったものである。標準養生による初期強度(q_{uo})の2倍($2q_{uo}$)および3倍($3q_{uo}$)の結果を図2に示す。図に示されるように直線関係を得る。この関係はアレニウスプロットと同形となる。この結果、促進養生によって同形アレニウスプロットを求めることで、その直線の延長から標準養生強度を求めることが可能である。今回の例では標準養生温度20℃に対し70℃養生の促進倍率は約30倍であった。

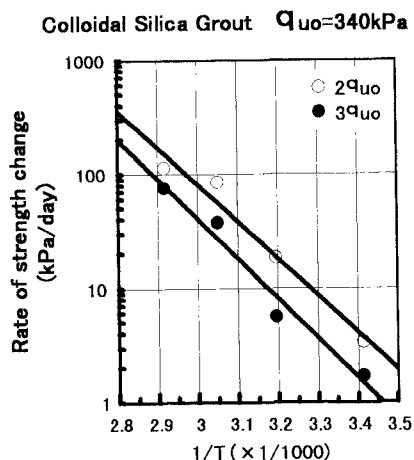


Fig. 2 Arrhenius Plot of the Same Shape

参考文献

- 1) 加賀：注入固結砂特性などに関連する水ガラス系注入材のゲル構造、土木学会論文集、No.460/V5-18, pp.93-102, 1993.2
- 2) 加賀、森：薬液注入におけるゲル化した注入材の安定性と固結砂強度の耐久性に関する研究、土木学会論文集、No.496/V5-24, pp.31-40, 1994.8
- 3) 加賀、米倉：注入固結砂の長期強度の予測、土木学会第45回年次講演会、pp442-443, 1990
- 4) 米倉、島田：薬液注入による長期耐久性の研究、土と基礎、Vol. 40, No. 12, Ser. No. 419, 1992.12
- 5) 加賀：注入固結砂の長期強度の予測、第3回地盤改良シンポジウム、日本材料学会、pp69-76, 1998.11

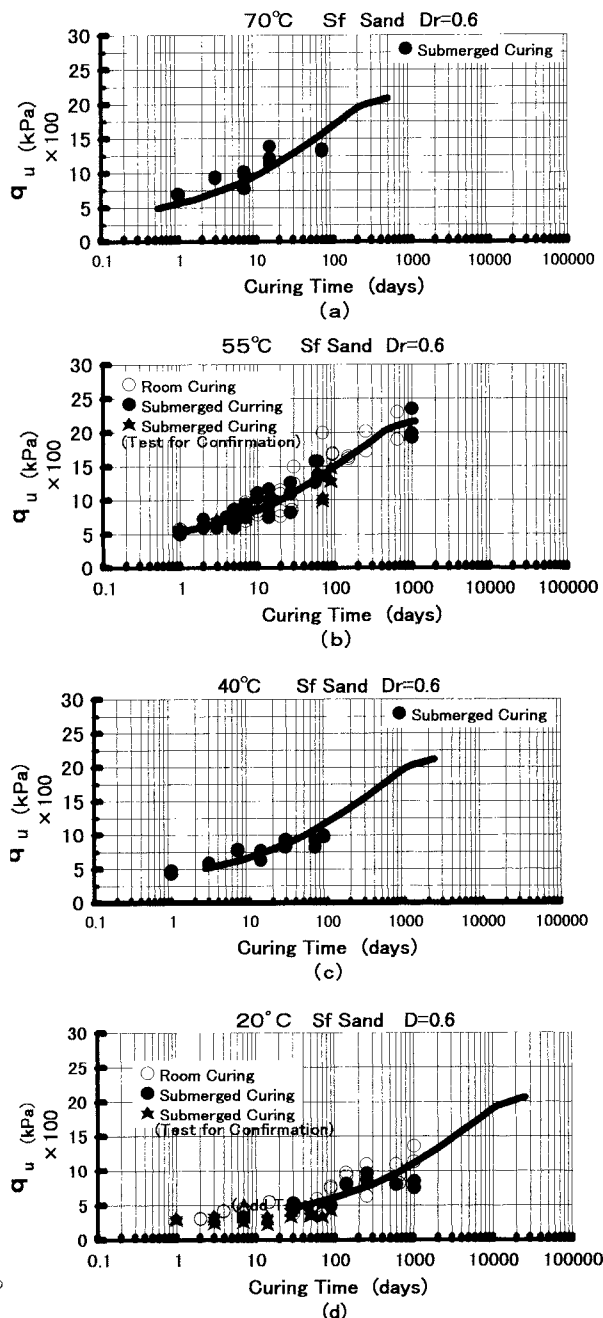


Fig. 1 Long-Term Strength Change of Grouted Sand Used in Colloidal Silica Grout